

1. Title of the Invention

LIQUID CRYSTAL DISPLAY PANEL AND METHOD OF FABRICATING  
THE SAME

5 2. Scope of Claims

(1) A liquid crystal display panel using at least one of two or more electrode substrates in common, the panel in which the electrode substrates are disposed opposite to each other through a sealant, at least two independent liquid crystal seal portions are integrally installed using the electrode substrates and the sealant, and at least one of the  
10 seal portions seals different liquid crystals from the other seal portions.

(2) A method of fabricating a liquid crystal display panel comprising the steps of:

disposing a sealant on at least one of electrode substrates that are disposed opposite to each other;

15 putting a predetermined amount of at least one kind of liquid crystal on the at least one opposite electrode substrate; and

bonding the two electrode substrates in a vacuum state.

(3) The method according to claim 2, wherein the liquid crystal is mixed with spacers and used.

20 (4) The method according to claim 2, wherein the sealant is formed of ultraviolet (UV) curing resin.

(5) The method according to claim 2, wherein at least a portion of a space between the opposite electrode substrates is sealed with a different sealant from a sealant for bonding so that a difference in pressure between the space and the outside is

generated to pressurize the two electrode substrates.

(6) The method according to claim 2, wherein a space whose one surface is formed of a flexible sheet or film is mechanically sealed by putting the opposite electrode substrates in the space, and a difference in pressure between the space and  
5 another space that is separated from the space by the sheet or film is generated to pressurize the two electrode substrates.

(7) The method according to claim 2, wherein the sealant is a double layer of an inner sealant and an outer sealant, the inner sealant being in contact with at least the liquid crystal and formed of UV curing resin, the outer sealant being formed of any one  
10 of UV curing resin, thermoplastic resin, and thermosetting resin.

(8) The method according to claim 7, wherein the inner sealant is formed of radical superposition UV curing resin, and the outer sealant is formed of cation polymerization UV curing resin.

(9) A method of fabricating a liquid crystal display panel comprising:  
15 disposing a sealant on at least one of opposite electrode substrates of three or more electrode substrates;

putting a predetermined amount of at least one kind of liquid crystal on the at least one of the opposite electrode substrates; and

bonding the electrode substrates in a vacuum state.

20 (10) The method according to claim 9, wherein the liquid crystal is mixed with spacers and used.

(11) The method according to claim 9, wherein the sealant is formed of ultraviolet (UV) curing resin.

### 3. Detailed Description of the Invention

#### (Technical Field)

The present invention relates to a liquid crystal display (LCD) panel, which is used as an ultrathin, light-weighted, and low-power display, and method of fabricating  
5 the same.

#### (Conventional Arts)

Nowadays, an LCD that is a thin, light-weighted, and low-power display is widely used in various fields, such as an electronic computer, and there is a good likelihood that the LCD will be utilized for more various purposes.

10 Conventionally, various methods of fabricating the LCD were proposed as follows.

Method (a): At least a required amount of liquid crystal is precisely dropped using a pipette or syringe on one of electrode substrates that are disposed opposite to each other, a third electrode substrate is disposed thereon through spacers in the  
15 atmosphere, the liquid crystal filled around the electrode substrates is blown, and an outer circumference of a cell is adhesively sealed using an adhesive.

Method (b): Electrode substrates that are disposed opposite to each other are adhesively fixed to each other using a sealant, and a liquid crystal is injected using capillarity attraction, pressurization, or vacuumization from a liquid crystal injection  
20 port, which is previously installed on the electrode substrates, in a sandwich-type cell container that is previously made.

Method (c): As shown in FIGS. 13A through 13D, electrode substrates 1 and 2 that are disposed opposite to each other are adhesively fixed to each other using a sealant 3, a liquid crystal 4 is injected from a previously installed opening using a

vacuum injection method, and an opening is made. In FIGS. 13A through 13D, reference numeral 5 refers to a spacer that serves to maintain a predetermined distance between the electrode substrates 1 and 2, 6 refers to a conductive resin that electrically connects the electrode substrates 1 and 2, and 7 refers to a sealing resin.

5

(Approaches for Solving the Problems)

However, the above-described conventional methods have the following disadvantages.

First of all, as can seen from Japanese Patent Laid-Open Publication Nos. sho  
10 49-79541, 55-6881, and 55-6882, the method (a) includes a process of discharging air bubbles along with the liquid crystal from a cell without using vacuumization. Thus, it is difficult to control the process, and the air bubbles never fail to remain as might be the case in dropping a fine and precise amount of liquid crystal appropriate for a capacity of the cell. Further, even if a fine amount of liquid crystal is exceeded or a  
15 fixed small amount of liquid crystal is always dropped, air bubbles may or may not remain. For this reason, it is necessary to drop a large amount of liquid crystal in order not to leave air bubbles in the cell. Therefore, when the liquid crystal is dropped on the electrode substrate before a sealant is bonded, the sealant flows due to the liquid crystal or the liquid crystal is attached to seal bonding surfaces of the sealant and the  
20 electrode substrate. As a result, a selection of sealants is limited and the quality reliability of an LCD panel is degraded. In addition, when the thickness of a previously formed sealant is great, a surplus liquid crystal than the fine needed amount is sealed in the cell before it leaks out. Thus, because a liquid crystal layer cannot obtain a uniform thickness, a seal-type spacer is additionally used and a sealant is

adhesively coated on the outer circumference of the cell in a subsequent process. In this case, in order to improve reliability and operation efficiency, a variety of attempts have been made as proposed in Japanese Patent Laid-Open Publication Nos. sho 51-10711 and 51011934. However, these attempts are undesirable in terms of mass  
5 production, because it is required to coat a sealant on an outer circumference of a unit cell and cure the sealant and owing to a great loss in liquid crystal material. As a result, the method (a) is not used at all recently.

Next, as seen from Japanese Patent Laid-Open Publication Nos. sho 49-4648, 49-79541, and 55-6881, the method (b) aims at reliability, operation efficiency, and cost  
10 reduction. However, since a process of making a hole in an electrode substrate is necessarily needed, the method (b) increases the cost of production and is disadvantageous in mass production.

For the above-described reasons, the methods (a) and (b) are not used any longer, but only the method (c) is in common use for production of LCD panels.

15 Nevertheless, even in the method (c) as seen from Japanese Patent Laid-Open Publication Nos. sho 58-37527 and 58-40726, because a surface of an end portion of an injection port is necessarily in contact with a liquid crystal, □ a loss in liquid crystal is incurred to an extent such as adhered to the surface of the end portion of the injection port. □ Also, because a sealant is placed on the surface of the end portion of the  
20 injection port, the adhesion of the sealant is degraded and the LCD panel has a poor quality. □ The surface of the end portion of the injection port is in contact with the liquid crystal so that the liquid crystal may be contaminated or covered with dust, thus degrading the quality of the LCD panel. Further, in the method (c), □ it takes quite a long time to inject a liquid crystal. Sometimes, it takes no less than 60 minutes to

fabricate a large-sized panel. □ During injection of liquid crystal, when the electrode substrates are formed of a flexible material, such as a film, they are vertically in contact with each other due to a pressure difference, thus causing a failure in orientation of liquid crystal. □ When an LCD panel is fabricated using a liquid crystal that is mixed with spacers in order to maintain a predetermined distance between electrode substrates, it is impossible to mix the liquid crystal with the spacers beforehand. Instead, it is necessary to scatter the spacers on the entire surface of the electrode substrates before opposite electrode substrates are adhesively fixed to each other. This results in a great waste of high-priced spacer material including a portion adhered to equipment. □ For a multi-layered panel in which two or more cells that use at least one electrode substrate in common overlap in a vertical direction, it is troublesome to fabricate the cells using two or more different kinds of liquid crystals because the different liquid crystals may be mixed with each other. Similarly, for an LCD panel in which two or more cells are connected to each other on the same level, it is not practicable up to now to fabricate cells using two or more different kinds of liquid crystals. This technique has not been proposed yet.

Moreover, except the method (a), each of the methods (b) and (c) involves an electrode substrate bonding process, a liquid crystal pressurization/injection process, and a sealing process.

The present invention, therefore, solves aforementioned problems associated with conventional devices and methods by providing an LCD panel and method of fabricating the same, which incurs no loss in liquid crystal material, prevents contamination of liquid crystal with dust, and simplifies the entire process.

(Summary of the Invention)

In order to accomplish the above objects, a method of fabricating an LCD panel includes disposing a sealant on at least one of electrode substrates that are disposed opposite to each other; putting a predetermined amount of at least one kind of liquid crystal on the at least one opposite electrode substrate; and bonding the two electrode substrates in a vacuum state. Also, an LCD panel uses at least one of two or more electrode substrates in common. In the LCD panel, the electrode substrates are disposed opposite to each other through a sealant, at least two independent liquid crystal seal portions are integrally installed using the electrode substrates and the sealant, and at least one of the seal portions seals different liquid crystals than in the other seal portions.

(Function of the Invention)

According to the structure of the present invention, a predetermined amount of liquid crystal is put on an electrode substrate so that it is adhered only on an inner surface of a cell. Thus, the liquid crystal is adhered neither on a bonding surface between a sealant and the electrode substrate nor outside the sealant. As a result, a high-priced material is not wasted and the adhesion of the sealant can be improved. Also, because only a required amount of liquid crystal is removed from a liquid crystal container onto the electrode substrate, contamination of liquid crystal with dust can be completely prevented. Further, after the liquid crystal is put on the electrode substrate, two or more electrode substrates can be combined rapidly in a vacuum state. Therefore, an electrode substrate bonding process, a liquid crystal injection process, a sealing process, and even a spacer scattering process, if required, can be carried out as a single process in a short duration of time.

In addition, two or more independent liquid crystal seal portions are integrally installed in the structure of the present invention. The seal portions are charged with at least two different kinds of liquid crystals, thus an LCD panel can be fabricated with very high industrial applicability.

5

(Embodiments)

Hereinafter, exemplary embodiments of the present invention will be described with reference to the accompanying drawings.

10

[Embodiment 1]

FIGS. 1A through 1C and 2 illustrate a method of fabricating an LCD panel according to an exemplary embodiment of the present invention, and FIGS. 3 and 4 are a perspective view and cross sectional view, respectively, of a vacuum bonder for the method as illustrated in FIGS. 1A through 1C and 2.

15

At the outset, as shown in FIG. 1A, electrode substrates 11 and 12, which are previously processed and formed of, for example, glass, are prepared to orient liquid crystal molecules. Although not shown in the drawings, patterns are formed on the electrode substrates 11 and 12 using transparent electrodes. For example, a sealant 13, which is formed of UV curing resin made of polyester acrylate augmented with 1 % benzoin ethyl ether, is printed on the electrode substrate 11 using a screen printing process. Also, a conductive resin 14 is printed on the electrode substrate 12 using a screen printing process to electrically connect the upper and lower electrode substrates 11 and 12. In this case, the sealant 13 includes two sealants that are installed as a particle type on the electrode substrate 11, and the conductive resin 14 is printed in a

20



required position. Next, as shown in FIG. 1B, one or several drops of liquid crystal 15 are dropped near to a central portion of two portions of the electrode substrate 11 that are surrounded by the sealant 13. In this case, the liquid crystal 15 may be mixed with spacers 16 to maintain a predetermined distance between the opposite substrates 11 and 12 as described below. However, the liquid crystal 15 without containing the spacers 16 may be dropped.

The liquid crystal 15 is dropped using a microsyringe and its drop amount is controlled within  $\pm 7\%$  of fine amount. In this case, when the portion of the electrode substrate 11 on which the liquid crystal 15 is dropped is too close to the sealant 13, the liquid crystal 15 may flow to the sealant 13 before the electrode substrates 11 and 12 are bonded to each other. Thus, when the electrode substrates 11 and 12 are bonded to each other, the sealant 13 may be cut or the liquid crystal 15 may overflow out of the sealant 13. Also, when the number of drops of liquid crystal 15 is small, a liquid crystal layer is easily formed to a non-uniform thickness (hereinafter, a gap) on the portion where the liquid crystal 15 is dropped or the other portion. Therefore, it is desirable to uniformly drop many drops of liquid crystal 15 if possible. In addition, the precision of amount of liquid crystal 15 reflects the precision of the gap.

Accordingly, process conditions should be determined in consideration of the shape, size, and gap precision of an LCD panel to be fabricated. For example, when a liquid crystal seal portion has a size of  $33\text{mm} \times 17\text{mm} \times 9.0\mu\text{m}$ , the liquid crystal 16 overflows out of the seal portion in a wide range, as might be the case in dropping a drop of liquid crystal 15 ( $5.05\mu\text{l}$ ) on the center of the seal portion, and is desirably injected without overflow, as might be the case in dropping three smaller drops of liquid

crystal 15 at regular intervals in a lengthwise direction of the seal portion. Also, the above-described range ( $\pm 7\%$ ) of fine amount within which a drop amount of liquid crystal 16 is controlled is obtained from various experiments, but the present invention is not limited thereto.

5        After the liquid crystal 15 is dropped, as shown in FIG. 1C, the two electrode substrates 11 and 12 are bonded in vacuum. However, before the electrode substrates 11 and 12 are bonded, as shown in FIG. 2, the electrode substrates 11 and 12 overlap using a 1-mm assembling spacer 17 such that electrode patterns are aligned.

Subsequently, the overlapped electrode substrates 11 and 12 are put in a space  
10 (concave portion) 20 formed in a base 19 of a vacuum bonder 18 as shown in FIGS. 3 and 4, the space 20 is covered with a sheet 21 formed of, for example, silicon rubber, and the space 20 is closed with a covering 22 and the covering 22 is fixed with a bolt (not shown). Also, a space 23 as shown in FIG. 4 is vacuumized using a vacuum pump (not shown) that contacts an exhaust port 24, and the space 20 in which the electrode  
15 substrates 11 and 12 are put is vacuumized using a vacuum pump (not shown) that contacts an exhaust port 25. Here, although the degree of vacuum depends on the shape and size of an LCD panel to be fabricated, in the present embodiment, when the degree of vacuum in the space 20 is  $10^{-1}$  torr or lower, the vacuumization of the space 23 is stopped, and air is gradually leaked through the exhaust port 24 using a leak valve  
20 (not shown). In order to prevent degradation of liquid crystal 15, it is more desirable to leak a nitrogen gas.

During the air leak, the sheet 21 formed of silicon rubber becomes slack downward, and the electrode substrates 11 and 21 are generally pressurized due to the atmosphere. Thereafter, a handle 26 is wheeled to remove the assembling spacer 17,

and the leak valve is completely opened until the space 23 is under an atmospheric pressure (1-pressure). At this time, the electrode substrates 11 and 12 are completely pressurized and bonded to each other in vacuum, and the liquid crystal 15 is divided into two parts and sealed by the sealant 13 between the electrode substrates 11 and 12.

5 Also, when the electrode substrates 11 and 12 are insufficiently pressurized, a high-pressure nitrogen gas or air can be supplied through the exhaust port 24.

Thereafter, the vacuumization of the space 20 is stopped, and the space 20 is restored to a leak atmospheric pressure through the exhaust port 26. Similarly, it is more desirable to leak a nitrogen gas to prevent degradation of liquid crystal 15. After  
10 that, the covering 22 is opened, the bonded electrode substrates 11 and 12 are extracted from the space 20, and the sealant 13 is cured.

Thereafter, the electrode substrates 11 and 12 are cut to a predetermined size, thus the LCD panel is completed as shown in FIG. 5.

In the present embodiment, it is described that the curing of the sealant 13 is  
15 performed outside the vacuum bonder 18, but the sealant 13 may be cured inside the vacuum bonder 18. However, experiments show that when the sealant 13 is cured while pressurizing the electrode substrates 11 and 12, the gap in the LCD is more uniform than when the electrode substrates 11 and 12 are not pressurized. Also, it is described in the present embodiment that the entire electrode substrates 11 and 12 are  
20 uniformly pressurized in the vacuum bonder 18, but they may be partially pressurized. For example, only the sealant 13 may be pressurized. Also, when the pressurization of the electrode substrates 11 and 12 is performed using a pressure difference, which is frequently considered as a pressurization method, a flexible film formed of silicon rubber or a sheet type material can be used for sufficient pressurization. Moreover, if

at least part of space between the electrode substrates 11 and 12 is maintained under a lower pressure than an external pressure using other sealant than the sealant 13, the electrode substrates 11 and 12 can be pressurized without even a weight (a pressing unit). This method may be applied to conventional methods including bonding the  
5 electrode substrates 11 and 12 beforehand and then injecting a liquid crystal. In particular, when both the sealant 13 and an additional sealant are formed of UV curing resin, the method is very effective because the weight (or pressing unit) does not intercept UV light and UV irradiation is simple.

Further, in the present invention, when the electrode substrates 11 and 12 are  
10 bonded using the sealant 13 in vacuum, the liquid crystal 15 need to be sealed therein at the same time. Also, the sealant 13 should be cured with the liquid crystal 15 sealed, so that a uniform gap can be obtained. For these reasons, it is difficult to treat such materials as thermosetting resin and thermoplastic resin that need to be heated when they are bonded or cured. On the contrary, since UV curing resin is cured at a normal  
15 temperature in a small amount of time and has a long photolight, it is quite appropriate for the sealant 13 for the present invention.

In the present embodiment, radical superposition polyester acrylate is used as UV curing resin. In addition to radical superposition polyester acrylate, radical polymerization resin, such as epoxy acrylate and urethane acrylate, may be used without  
20 adversely affecting the liquid crystal 15. When the radical polymerization resin is used, the resultant LCD panel can be employed without causing problems under typical conditions. However, when the LCD panel is employed under strict temperature and humidity conditions, it does not withstand heat and moisture very well.

Meanwhile, cation polymerization UV curing resin increases the amount of

consumed current of liquid crystal 15 but withstands heat and moisture very well. Therefore, an outer sealant is formed of the cation polymerization UV curing resin and an inner sealant that contacts the liquid crystal 15 is formed of radical superposition resin, so that a double sealant is formed. As a result, an LCD panel can be fabricated with high reliability and high quality. Also, it is obvious that the outer sealant can be formed of thermosetting resin that is heat-resistant and moisture-proof. In making use of the double sealant, it is preferable that radical superposition UV curing resin (the sealant 13 of the present embodiment) be installed as the inner sealant on the electrode substrate 11 on which the liquid crystal 16 is dropped, and cation polymerization UV curing resin or thermosetting resin be installed as the outer sealant on the other electrode substrate 12. In this case, the outer sealant is installed outside the inner sealant.

The double sealant using the UV curing resin can greatly reduce a time taken to cure the sealant in comparison to a double sealant using thermosetting resin or thermoplastic resin. Also, even if one of the inner and outer sealants is formed of thermosetting resin that takes a long time to cure, when both the inner and outer sealants are formed of thermosetting resin, it is necessary to pressurize the electrode substrates 11 and 12 until the sealant is cured in order to uniformize the gap. However, when one of the inner and outer sealants is formed of UV curing resin that takes a short time to cure, after the sealant is cured, the gap does not change. Therefore, it is not necessary to pressurize the electrode substrates 11 and 12 at all. In addition, the double sealant can be desirably applied to the conventional methods including bonding the electrode substrates beforehand and then injecting a liquid crystal for the same reason as described above.

In order to form the double sealant, it is preferable that at least one of outer

sealant, inner sealant, and conductive resin be formed to a fixed amount using an ejection method instead of a screen printing method.

Also, in the present invention, glass substrates are used as the electrode substrates 11 and 12. However, the electrode substrates 11 and 12 may be formed of a flexible material, such as a film, if and only if a new method is invented such that the electrode substrates 11 and 12 do not come into contact with each other before they are adhesively pressurized in the vacuum bonder 18.

[Embodiment 2]

As shown in FIG. 7, a trilayer guest-host-type LCD panel shown in FIG. 8 is fabricated using total four substrates in the same manner as in the first embodiment. A predetermined electrode pattern (not shown) is formed on both sides of each of two electrode substrates 28a and 28b, and a predetermined electrode pattern (not shown) is formed on only one side of each of two electrode substrates 28 and 29. Also, respective liquid crystals 30, 31, and 32 are different and contain red, blue, and yellow pigments, respectively. In a conventional method, liquid crystals are mixed, or while a liquid crystal is being injected into a first layer, injection ports of the other layers are stopped. However, according to the present embodiment, those problems do not happen in the least. Also, it is obvious that a more multilayered LCD panel can be fabricated according to the present invention

[Embodiment 3]

As shown in FIG. 9, an LCD panel as shown in FIG. 10 is fabricated in the same manner as in the first embodiment. In the present embodiment, the LCD panel

includes 81 liquid crystal seal portions and is fabricated using three kinds of liquid crystals 30, 31, and 32, which contain red, blue, and yellow pigments, respectively, as in the second embodiment. Conventionally, it is impossible to fabricate this kind of LCD panel. In other words, it was substantially hard to make a hole in a portion of an electrode substrate that corresponds to each cell, and this technique has not been proposed for the reason that an injection port disposed in a display portion may damage the image of the LCD panel. In FIGS. 9 and 10, reference numerals 34 and 35 denote electrode substrates, and 36 denotes a sealant for 81 liquid crystal seal portions.

[Embodiment 4]

As shown in FIG. 11, an LCD panel is fabricated in the same manner as in the first embodiment. In the present embodiment, a single large-sized electrode substrate 37 and three small-sized electrodes 38, 39, and 40 are used, and three liquid crystal seal portions are disposed in the center of sealants 41, 41a, and 41b, respectively. In this case, one kind of liquid crystal 42 is injected into the three liquid crystal seal portions. Like in the third embodiment, the LCD panel of the present embodiment also was substantially hard to fabricate and has not been proposed.

Also, in the present invention, it is obvious that the diameter of spacer in the sealant may be different in respective cells, a distance between electrode substrates may be different in the respective cell, and a viewing angle may be different in the respective cells depending on a different combination of orientation and twist direction of liquid crystal.

(Effects of the Invention)

As described above, the present invention has the following merits. Above all, because a required amount of liquid crystal is directly put on an electrode substrate from a liquid crystal container, □ a loss in high-priced liquid crystal material is not incurred. □ Contamination of liquid crystal with dust is prevented. □ Since a liquid crystal is adhered neither on a sealant nor on a seal adhering portion of the electrode substrate, 5 adhesion of the sealant is becomes better. □ A failure in a seal portion does not happen because there is no injection port for a liquid crystal. Also, □ after the liquid crystal is put on the electrode substrate, two or more electrode substrates can be bonded to each other rapidly in a vacuum state. Thus, an electrode substrate bonding process, a liquid 10 crystal injection process, a sealing process, and even a spacer scattering process, if required, can be carried out as a single process in a short duration of time. □ An expensive spacer material is not wasted at all. □ Further, when the sealant is formed of UV curing resin, the number of days for the entire process operations (from a substrate cleaning operation to a finished product inspection process) can be greatly 15 reduced from 3 or more to less than 1.

Furthermore, □ the present invention can provide an utterly new type of LCD panel in which two or more independent liquid crystal seal portions are integrally installed and charged with at least two different kinds of liquid crystals, as has not been introduced yet. In addition, □ even a multilayered LCD panel can be easily produced 20 without mixing different liquid crystals.

#### Brief Description of the Drawings

FIGS. 1A through 1C are perspective views illustrating a method of fabricating a liquid crystal display (LCD) panel according to an exemplary embodiment of the



present invention;

FIG. 2 is a cross sectional view corresponding to FIG. 1;

FIG. 3 is a perspective view of a vacuum bonder for the method of the present invention;

5 FIG. 4 is a cross sectional view corresponding to FIG. 3;

FIG. 5 is a top view of an LCD panel that is fabricated by the method of the present invention;

FIG. 6 is a cross sectional view corresponding to FIG. 5;

FIG. 7 is a perspective view illustrating a method of fabricating an LCD panel  
10 according to another exemplary embodiment of the present invention;

FIG. 8 is a perspective view of the LCD panel that is completed according to the method shown in FIG. 7;

FIG. 9 is a perspective view illustrating a method of fabricating an LCD panel according to yet another exemplary embodiment of the present invention;

15 FIG. 10 is a perspective view of the LCD panel that is completed according to the method shown in FIG. 9;

FIG. 11 is a perspective view illustrating a method of fabricating an LCD panel according to further another exemplary embodiment of the present invention;

FIG. 12 is a perspective view of the LCD panel that is completed according to  
20 the method shown in FIG. 11; and

FIGS. 13A through 13D are perspective views illustrating a method of fabricating a conventional LCD panel.

<Explanation of Reference numerals>

11, 12, 28, 28a, 29, 29a, 34, 35, 37, 38, 39, and 40: electrode substrate

13, 33, 33a, 33b, 36, 41, 41a, and 41b: sealant

15, 30, 31, 32, and 42: liquid crystal

16: spacer

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-89025

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

G 02 F 1/133  
1/13

識別記号

3 2 5  
1 0 1

庁内整理番号

8205-2H  
7448-2H

⑬ 公開 昭和62年(1987)4月23日

審査請求 未請求 発明の数 3 (全9頁)

⑭ 発明の名称 液晶表示パネルおよびその製造方法

⑯ 特 願 昭60-229104

⑰ 出 願 昭60(1985)10月15日

⑱ 発 明 者 久 光 伸 二 門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
⑲ 発 明 者 小 門 弘 宣 門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
⑳ 出 願 人 松下電器産業株式会社 門真市大字門真1006番地  
㉑ 代 理 人 弁理士 中尾 敏男 外1名

明 細 書

1、発明の名称

液晶表示パネルおよびその製造方法

2、特許請求の範囲

- (1) 2枚以上の電極基板の少なくとも1枚を共用し、シール材を介してこれら電極基板を対向配置し、上記電極基板とシール材により2個以上の独立した液晶密封部を一体化して設け、上記密封部の少なくとも一つには他と異なった液晶が密封されてなる液晶表示パネル。
- (2) 対向する電極基板の少なくとも片方にシール材を配置し、少なくとも片方の上記電極基板上に1種以上の液晶を一定量のせ、その後2枚の上記電極基板を真空中で貼合せることを特徴とする液晶表示パネルの製造方法。
- (3) 液晶としてスペースを混入したものをを使用することを特徴とする特許請求の範囲第2項に記載の液晶表示パネルの製造方法。
- (4) シール材として紫外線硬化型樹脂を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第2項に記載の

液晶表示パネルの製造方法。

- (5) 対向配置された電極基板間の空間の少なくとも一部を貼合せ用のシール材とは別のシール材を用いて密閉し、上記空間と外部との気圧差を発生させ、上記2枚の電極基板を加圧することを特徴とする特許請求の範囲第2項に記載の液晶表示パネルの製造方法。
- (6) 対向配置された電極基板を少なくとも一面が柔軟なシートまたはフィルムからなる空間に入れて機械的に密封し、上記空間と、上記シートまたはフィルムにより上記空間と分離された他の空間との気圧差を発生させ、上記シートまたはフィルムを介して上記2枚の電極基板を加圧することを特徴とする特許請求の範囲第2項に記載の液晶表示パネルの製造方法。
- (7) 少なくとも液晶に接する側の内シールに紫外線硬化型樹脂からなるシール材、外シールに紫外線硬化型樹脂、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂のいずれか一つからなるシール材を用い、二重シールとしたことを特徴とする特許請求の範囲

第2項に記載の液晶表示パネルの製造方法。

(8) 内シールにラジカル重合型、外シールにカチオン重合型の紫外線硬化型樹脂をそれぞれ用いたことを特徴とする特許請求の範囲第7項に記載の液晶表示パネルの製造方法。

(9) 3枚以上の電極基板のそれぞれ対向する電極基板の少なくとも片方にシール材を配置し、上記それぞれ対向する電極基板の少なくとも片方にそれぞれ1種以上の液晶を一定量のせ、その後上記各電極基板を真空中で貼合せをすることを特徴とする液晶表示パネルの製造方法。

(10) 液晶としてスペーサを混入したものを使用することを特徴とする特許請求の範囲第9項に記載の液晶表示パネルの製造方法。

(11) シール材として紫外線硬化型樹脂を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第9項に記載の液晶表示パネルの製造方法。

### 3、発明の詳細な説明

#### 産業上の利用分野

本発明は、薄型、軽量、低消費電力ディスプレイ

イとして利用されている液晶表示パネルおよびその製造方法に関するものである。

#### 従来の技術

今日、液晶表示パネルは薄型、軽量、低消費電力のディスプレイとして、電卓を初めとする各方面で広範に使われており、今後益々その利用度が高まるものと期待されている状況にある。

従来、この液晶表示パネルを製造する方法として、下記のようなものが提案されている。

(a) 対向配置される片方の電極基板上にピペットあるいは注射器などを用いて液晶を正味必要量以上滴下し、その上にスペーサを介してもう一枚の電極基板を大気中でのせ、周囲にはみ出した液晶をふき取った後、外周を接着材などでシール接着する方法。

(b) 対向配置された電極基板をシール材を用いて接着固定し、前もってサンドイッチ型セル構造の容器を作り、上記電極基板に前もって設けられた液晶注入口より液晶を毛细管現象加圧、真空などを用いて注入、封口する方法。

(c) 第13図(A)~(D)に示すように対向配置された電極基板1、2をシール材3を用いて接着固定し、前もってサンドイッチ型セル構造の容器を作り、上記シール部に前もって設けられた開口部より液晶4を真空注入法を用いて注入、封口する方法。また、図で5は基板間隔を一定に保つためのスペーサ、6は上下電極を導通するための導通性樹脂、7は封口樹脂である。

#### 発明が解決しようとする問題点

しかし、上記のような従来の方法には以下に述べるような欠点を有していた。

まず、上記(a)の方法では、特開昭49-

79641号公報、特開昭66-6881号公報、特開昭66-6882号公報にもあるように、真空を使わずに液晶と共にセル内の気泡を追いつける方法であるため、そのコントロールが難しく、セル容積に見合った正味使用量の液晶を滴下したのでは、必ず気泡が残ってしまうことになる。また、正味使用量を超えても少量であれば常に

定量の液晶を滴下しても気泡が残ったり残らなかったりするので、結局セル内に気泡を残さないためには多量の液晶を滴下する必要がある。従って、シール材を貼り合わせる前に電極基板上に液晶を滴下、形成すると、シール材が液晶によって流されたり、シール材および電極基板上のシール接着面に液晶が付着するため、シール材料の選択も限られ、品質上での信頼性が非常に悪いものになってしまう。そして、前もって形成するシール材の厚みが厚いと、正味必要量より余分の液晶が外部へ漏れ出す前にセル内に密封され、均一な液晶層の厚みが得られないためにシート状のスペーサが使用され、後でシール材を外周に塗布し接着する方法が採られる。この場合、信頼性、作業性を改善するために特開昭61-10711号公報、特開昭61-11934号公報に示されているように工夫が種々なされているが、それでも1個づつセルの外周にシール材を塗布し、硬化させる必要があり、量産性が非常に悪く、かつ液晶材料のロスも大きいことから、今日ではこの方式は全く使わ

れていない。

次に、上記(b)の方法では、特開昭49-4648号公報、特開昭49-79641号公報および特開昭55-6881号公報に示されているように、信頼性、作業性、コストダウンの工夫がなされているが、電極基板の孔あけ加工は必ず必要であり、コストアップの要因となるばかりでなく、量産性が悪いという欠点を有している。

以上のような理由から、上記(a)、(b)の方法は今日ほとんど使用されていなく、もっぱら上記(c)の方法で液晶表示パネルの生産が行われている。

しかしながら、この(c)の方法も特開昭58-37627号公報、特開昭58-40726号公報に示されるように工夫はされてはいるが、必ず注入口端面が液晶と接触するため、①注入口端面に付着した分が液晶材料のロスとなる。②液晶が付着したその上から封口材で封口するため、封口材料の接着強度が弱く、品質トラブルの原因になる。③注入口端面が液晶と接触することから、液晶が汚染されたり、ゴミが混入することから、液

することができなく、提案されていないなどの問題を有していた。

また、上記(a)の方法を除き、上記(b)、(c)の方法は電極基板の接着工程と、液晶注入工程と、封口工程との三工程よりなっており、工数がかかる。このような欠点を従来の方法では有していた。

本発明は以上のような従来の欠点を除去すべくなされたものであり、液晶材料のロスが全く発生しなく、また液晶の汚染やゴミの混入がなく、さらには工程が簡略化されるなどの特徴をもった新規な製造方法を提供するものであり、またそれにより全く新しい構造を備えた液晶表示パネルをも提供することを目的とするものである。

問題点を解決するための手段

この目的を達成するために本発明の液晶表示パネルの製造方法は、対向する電極基板の少なくとも片方にシール材を配置し、少なくとも片方の上記電極基板上に1種以上の液晶を一定量のせ、その後2枚の上記電極基板を真空中で貼合せの構成としたものである。また、2枚以上の電極基板の

品表示パネルの品質トラブルの原因となる。また、この方法では、④液晶注入に時間がかかり、大型パネルになると時には60分以上にもなることがある。⑤液晶注入時、電極基板がフィルムなどの柔軟な材料である場合、気圧差により上下の電極基板が接触し、配向不良を起こす。⑥電極基板間隔を一定に保つために液晶中にスペーサを混入した液晶表示パネルを製造する場合、液晶に前もって混入し注入することができず、対向する電極基板を接着固定する前に電極基板の全面にスペーサを散布する必要があるため、設備に付着する分も含めると高価であるにもかかわらずスペーサ材料のロス是非常に大きい。⑦少なくとも片方の電極基板を共用した2個以上のセルが垂直方向に重なった多層パネルにおいて、各セル内の液晶を2種以上に交えて製造することは、これらの液晶が混じり合ったりして非常に困難である。また、同様に2個以上のセルが平面的に連結された液晶表示パネルについては、各セル内の液晶を2種以上に交えた形に構成することは、現在の技術では製作

少なくとも1枚を共用し、シール材を介してこれら電極基板を対向配置し、上記電極基板とシール材により2個以上の独立した液晶密封部を一体化して設け、上記密封部の少なくとも一つには他と異なった液晶が密封されてなる構成としたものである。

作用

この構成によれば、まず製造上の特徴として、液晶を電極基板上に一定量をのせ、しかもそれがセル内面にのみ付着し、シール材と電極基板との接着部やシール外に付着しないため、高価な材料ロスが発生しないと共にシール材の接着性がよく、液晶を必要量のみ液晶容器より電極基板上に配置するので、液晶の汚染やゴミの混入が全くなくなることになる。また、電極基板上に液晶をのせ、その後真空中で素早く電極基板を組合せることができるため、電極基板の貼合せ、液晶注入、封口および必要に応じてのスペーサ散布の工程を短時間にしかも一工程で行うことができるものである。

そして、この構成によれば2個以上の独立した

液晶密封部を一体に設け、それらの密封部に少なくとも2種以上の異なる液晶を充填してなる液晶表示パネルを提供することができ、その応用面での利用価値はきわめて大なるものである。

#### 実施例

以下、本発明の実施例を添付図面と共に説明する。

#### (実施例1)

第1図(A)~(C)および第2図は本発明による製造工程の一実施例を示すための概略説明図、第3図は本実施例において使用する真空貼合せ機の斜視図であり、第4図はその断面図を示している。

まず、第1図(A)に示すように、液晶分子を配向させるための処理が終ったガラスなどの電極基板(透明電極によりパターンが形成されているが、図面では省略してある。)11、12を用意し、一方の基板11に例えばポリエステルアクリレートにベイズインエチルエーテル1%添加の紫外線硬化型樹脂などよりなるシール材13、もう一方の基板12に上下電極導通用のための導電性樹脂

下ギャップという)にムラを生じやすく、できるだけ多数に分けて均一に滴下する方がよいことと、さらには液晶15の量の精度はそのままギャップ精度になることである。

したがって、これらの条件は、生産しようとする液晶表示パネルの形状、大きさ、ギャップ精度により個々に決める必要がある。例えば、液晶密封部の寸法が33mm×17mm×90μmの場合、液晶15を5.05μlシール部内の中央に1滴滴下すると、液晶15が流れて広がリシール部外にあふれ出るが、これを3滴に分けてシール部内の長手方向に一定間隔で並べて滴下すると、液晶15があふれることなく良好な結果が得られた。そして、上述した液晶15の滴下量を正味使用量の±7%以内にコントロールしたのは、種々の実験により得られた一般に好ましい範囲であり、必ずしもこの範囲から外れたからといって本発明方法が適用できないとは限らないものである。

次に、上記の液晶15の滴下後、第1図(C)に示すように2枚の電極基板11、12を真空中で貼

14をそれぞれスクリーン印刷法により印刷する。ここで、シール材13は電極基板11上にロ字状に2つ設けられており、また導電性樹脂14は必要な場所に印刷されている。次に、第1図(B)に示すように一方の電極基板11上の上記シール材13により囲まれた2つの部分のほぼ中央部にそれぞれ液晶15を一滴もしくは数滴、滴下する。この時、後述するように液晶15中には基板間隔を一定に保つためのスペーサ16を混入してあるが、これはスペーサ16を混入しない形の液晶15を滴下してもよいものである。

上述した液晶15の滴下はマイクロシリンジにより行い、正味使用量の±7%以内にコントロールした。ここで、注意しなければならないことは、滴下場所がシール材13にあまり近いと、液晶15が電極基板11、12を貼合せる前にシール部まで流れ、電極基板11、12を貼合せた時にシール部が切れたり、液晶15がシール部外にまであふれ出すことがあることと、滴下数が少ないと、滴下場所とそれ以外の場所とで液晶層の厚み(以

合せるのであるが、そのために、まず第2図に示すように2枚の電極基板11、12を1mmの厚みの組立用スペーサ17を介して電極パターンが正しく合うように重ね合せる。

次いで、この重ね合せた2枚の電極基板11、12を第3図、第4図に示す真空貼合せ機18のベース19に形成された空間(凹部)20の中に入れ、シリコンゴムなどのシート21を被せ、蓋22を閉じて開かないようにボルト(図示せず)で固定する。そして、第4図で示された空間23を排気口24に接がれた真空ポンプ(図示せず)により排気し、次いで電極基板11、12の入っている空間20を排気口26に接がれた真空ポンプ(図示せず)により排気する。ここで、生産しようとする液晶表示パネルの形状、大きさにより必要な真空度は異なるが、本実施例ではこの空間20の真空度が $10^{-1}$  torr 以下になった時に空間23の排気を止め、リークバルブ(図示せず)により排気口24を通して少しづつ空気をリークさせる。この時、窒素ガスを用いてリークさせた

方が液晶15の劣化を防ぐ意味でより好ましいものである。

この空気をリークさせた時、シリコンゴムなどからなるシート21は下方にふくれ、2枚の電極基板11、12は大気により全体的に加圧される。次に、ハンドル26を回して上記スペーサ17を外し、リークバルブを完全に開けて空間23を大気圧(1気圧)に戻す。この時点で2枚の電極基板11、12は真空中で完全に加圧接合され、液晶15がシール材13により電極基板11、12間に2カ所に分れて密封される。なお、加圧が不十分な時は排気口24を通して高圧の窒素ガスまたは空気を送り込めばよい。

次に、空間20の排気を止め、排気口25を通してリークして大気圧に戻す。この場合も上述したように窒素ガスを用いてリークさせた方が液晶15の劣化を防ぐ意味でより好ましいものである。その後、蓋22を開けて接合された電極基板11、12を取出し、シール材13を硬化させる。

この後、所定寸法に切断分割して第6図のよう

な液晶表示パネルが得られる。なお、第3図、第4図で27はOリングである。

本実施例ではシール材13の硬化を真空貼合せ機18の外で行ったが、これは中で行ってもよい。しかし、電極基板11、12を加圧しながらシール材13を硬化した方が、加圧しない時よりも液晶表示パネルのギャップは均一であった。また、真空貼合せ機18の中の加圧の方法も上記のように電極基板11、12の全体を均一に加圧するのではなく、部分的に(例えばシール材13の部分のみ)加圧する方法でもよい。さらに、加圧の方法としては種々考えられるが、本実施例のように気圧差を利用して行くと、シリコンゴムのような柔軟なフィルム状またはシート状の材料で十分均一に加圧でき、しかもシール材13とは別のシール材を用いて電極基板11、12間の空間の少なくとも一部の気圧を外部の気圧に比べて小さく保つように工夫すれば、重しも何も使用せずに電極基板11、12を加圧することができる。この方法は電極基板11、12を前もって貼合せ、後で

液晶を注入する従来の製造方法においても有効であるが、特に紫外線硬化型の樹脂をシール材13と別のシール材の両方に使用した時は、紫外線を重しがさえるようなことがなく、簡単に照射ができて非常に有効である。

また、本発明では真空中でシール材13を用いて電極基板11、12を接合すると同時にその内部に液晶15を密封する必要があるが、また液晶15を密封したままシール材13を硬化して均一なギャップを得なければならず、そのため熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂など、接合硬化に加熱が必要な材料は若干扱いにくい。それに比べて紫外線硬化型樹脂は常温で短時間に硬化でき、しかもポットライフが長いので、本発明に用いるシール材13としては非常に適している。

そして、本実施例では紫外線硬化型樹脂としてラジカル重合型のポリエステルアクリレートを使用した。その他にエポキシアクリレート、ウレタンアクリレートなど、ラジカル重合型の樹脂は液晶に対して悪影響を与えず使用可能である。し

かし、通常の使用では問題はないが、温度、湿度のきびしい条件下で液晶表示パネルが使用される場合、これらの樹脂では耐熱、耐湿性に若干問題が残る。

一方、カチオン重合型の紫外線硬化型樹脂は、液晶の消費電流値を増加させる傾向にあるが、耐熱、耐湿性に優れているため、この樹脂を外シールに、ラジカル重合型の樹脂を液晶と接する内シールに使用し、二重シールとすることで、高信頼高品質の液晶表示パネルを作ることができる。また、外シールとして耐熱、耐湿性に優れた熱硬化性の樹脂も使用できることはいうまでもない。この二重シールを行う場合は、上記液晶15を滴下する側の上記電極基板11側にラジカル重合型の紫外線硬化型樹脂(本実施例のシール材13)を内シールとして設け、他方の電極基板12側にカチオン重合型の紫外線硬化型樹脂または熱硬化性樹脂を外シールとして設ければよく、外シールは内シールよりも若干外側に位置するように設けられる。

この紫外線硬化型樹脂を用いた二重シールは、熱硬化性樹脂や熱可塑性樹脂を用いた二重シールに比べて、両方共に紫外線硬化型樹脂の場合は硬化時間が大巾に短縮できることとなる。また、片方に硬化に長時間を要する熱硬化性樹脂を用いた場合でも、両方のシール材に熱硬化性樹脂などを使用した時はギャップを均一にするためには硬化するまで加圧する必要があるのに対し、もう一方が紫外線硬化型樹脂で短時間に硬化し、その後はギャップが変わらないので加圧する必要が全くないという大きな特徴をもっている。また、この二重シールは電極基板を貼合してから液晶を注入する従来の製造方法でも、上記と同じ理由で非常に有効である。

そして、この二重シールを実現するためには、外シール、内シール、導電性樹脂の少なくとも一つをスクリーン印刷法を使わず、定量吐出による方法などで行えばよいものである。

また、本実施例では電極基板11、12としてガラス基板を使用したか、電極基板がフィルム状

の柔軟な材料であっても上記真空貼合せ機18の中で加圧接合する前に、これら基板がたわんで接触しないように工夫すれば、本実施例と同様に液晶表示パネルを作ることができる。

#### (実施例2)

第7図に示すように、裏面両面に所定パターンの電極(図示せず)を形成した2枚の電極基板28a、29aと、片面にのみ電極(図示せず)を形成した2枚の電極基板28、29の合計4枚の基板を用い、実施例1と同様の方法で第8図に示すような3層の良好なG-H(ゲスト-ホスト)型の液晶表示パネルを得た。しかも各層の液晶30、31、32は3層とも異なり、赤、青、黄の各色素を混入したものを使用した。従来の方法では、液晶が混ざったり、1層目の注入時に他の層の注入口が液晶でふさがるといったトラブルがあったが、今回はそのようなことは全くなかった。また、本発明によればもっと多層の液晶表示パネルが製造できることは明らかである。第7図で33、33a、33bはシール材である。

#### (実施例3)

第9図に示すように、81個の液晶密封部を持ち、かつ液晶が3種類に分類される第10図に示すような液晶表示パネルを実施例1と同様の方法で作成した。ここで、使用した液晶は実施例2で使用了のと同じ赤、青、黄の色素の入った3種類の液晶30、31、32である。このような液晶表示パネルは、従来の方法では作ることができないものであった。すなわち、各セルに対応するところの電極基板に孔あけ加工することなど製造が実質上困難であり、また注入口が表示部にあるため表示パネルとしての品位が損なわれるなどの理由で、今までの技術では提案されていないものであった。なお、第9図、第10図において34、35は電極基板、36は81個の液晶密封部を作るためのシール材である。

#### (実施例4)

第11図に示すように、1枚の大きな電極基板37と、3枚の小さな電極基板38、39、40を使用し、シール材41、41a、41bを用い

て中央部に3つの液晶密封部があるものを実施例1と同様の方法で液晶表示パネルを作成した。この場合、3つの液晶密封部には1種類の液晶42を注入した。このような液晶表示パネルも実施例3で説明したように従来の方法では実質上製造することができなく、提案されていない。

さらに、本発明においてシール材中のスペーサの径を各セル毎に変え、各セル毎の液晶の電極基板間隔を変えたり、配向処理およびねじれ方向の異なる液晶材料の組合せにより、視角方向を各セル毎に変えることができることは説明するまでもないことである。

#### 発明の効果

以上のように本発明は構成されているものであり、次の通りの特徴を有している。まず、必要量の液晶を液晶容器より直接電極基板上に配置するため、①高価材料である液晶のロスが発生しない。②液晶の汚染やゴミの混入が全くなくなる。③シール材および電極基板上のシール接合部に液晶が付着しないので、シール材の接着性がよい。④液



品の注入口がないので封口部のトラブルが発生しないものである。また、⑤電極基板上に液晶をのせ、その後に真空中で最早電極基板を組合せることができるため、電極基板の貼合せ、液晶注入封口および必要に応じてスペーサ散布の工程を短時間にしかも一工程で行うことができるものである。さらに、前もって液晶中にスペーサを混入しておけば、⑥高価材料であるスペーサのロスも全く発生しないものである。⑦また、シール材として紫外線硬化型樹脂を使用すれば、従来基板洗浄から完成品検査までの工程日数が3日以上であったものを、1日以内にまで大巾に短縮することができるものである。

そして、本発明により今までは提供されていなかったところの、⑧2個以上の独立した液晶密封部を一体を設け、それらの密封部に少なくとも2種以上の異なる液晶を充填してなる液晶表示パネルを提供することができ、全く新しいタイプの表示装置を提供することができるものである。また、⑨多層パネルのような液晶表示パネルも液晶同士

が混合することなく容易に作ることもできるものである。

#### 4、図面の簡単な説明

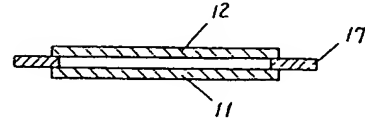
第1図は本発明の一実施例における液晶表示パネルの製造法を説明する製造工程を示す斜視図、第2図は同概略断面図、第3図は本発明の製造法を実施するための真空貼合せ機を示す斜視図、第4図は同概略断面図、第5図は本発明の製造法により得られた液晶表示パネルの上面図、第6図は同概略断面図、第7図は本発明の第2の実施例における液晶表示パネルの製造法を説明する製造途中の斜視図、第8図は同完成状態を示す斜視図、第9図は本発明の第3の実施例における液晶表示パネルの製造途中の斜視図、第10図は同完成状態を示す斜視図、第11図は本発明の第4の実施例における液晶表示パネルの製造途中の斜視図、第12図は同完成状態を示す斜視図、第13図は従来の液晶表示パネルの製造法を説明する製造工程を示す斜視図である。

11、12、28、28a、29、29a、34、

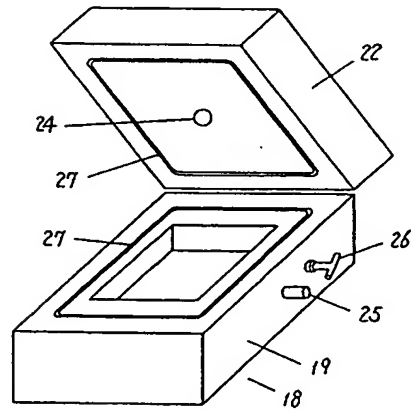
35、37、38、39、40……電極基板、  
13、33、33a、33b、36、41、41a、  
41b……シール材、15、30、31、32、  
42……液晶、16……スペーサ。

代理人の氏名 弁理士 中 尾 敏 男 ほか1名

第2図

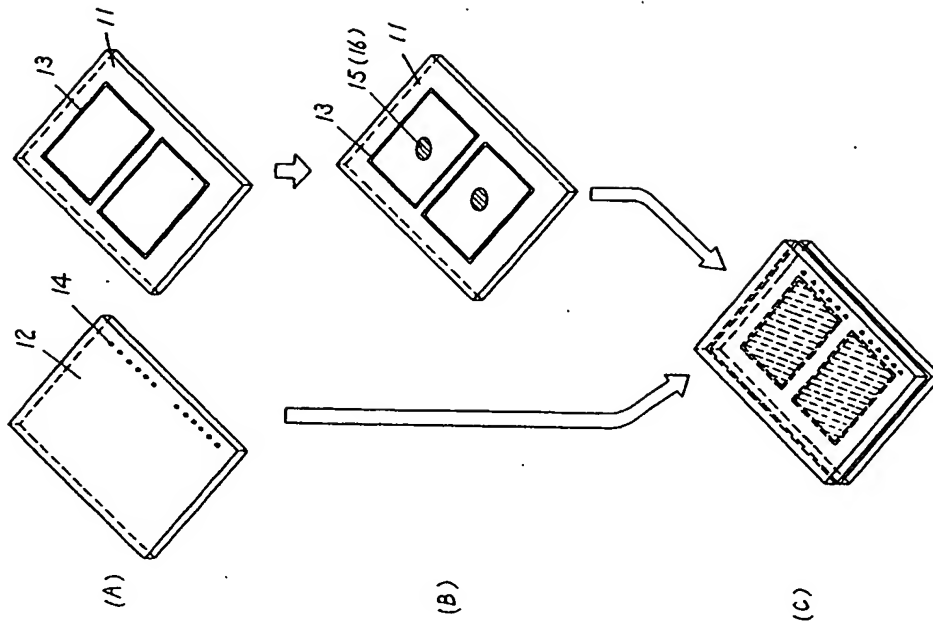


第3図

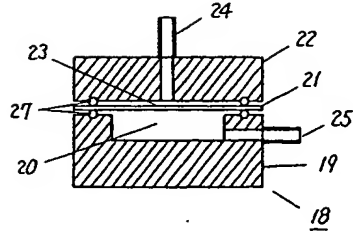


11,12---電極基板  
13---シール材  
15---液晶  
16---スペーサ

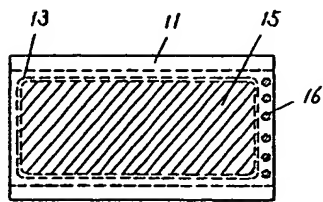
第 1 図



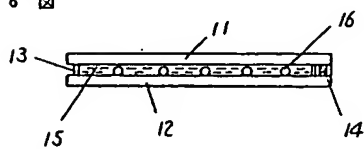
第 4 図



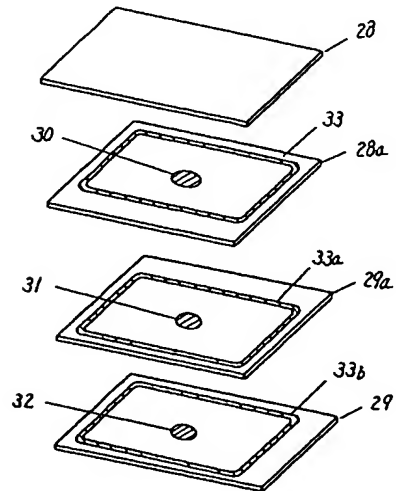
第 5 図



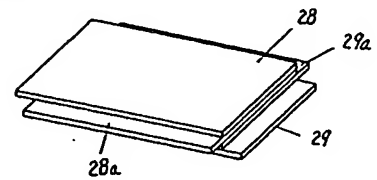
第 6 図



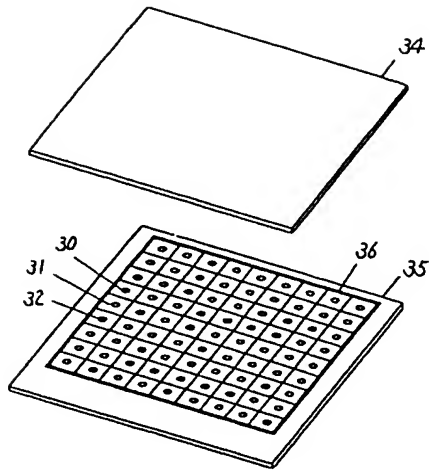
第 7 図



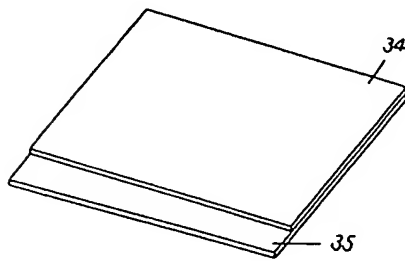
第 8 図



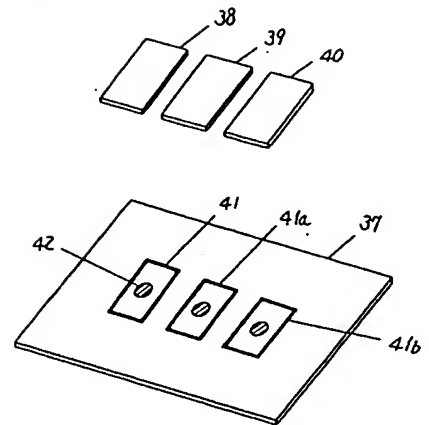
第 9 図



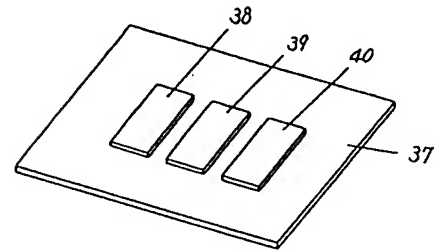
第 10 図



第 11 図



第 12 図



第 13 図

